

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20240820003

不同套袋处理对桃果实品质的影响

颜少宾, 郭 瑞, 周 平, 周丹蓉, 金 光*

(福建省农业科学院果树研究所/福建省落叶果树工程技术研究中心, 福州 350013)

摘 要: **目的** 研究不同套袋处理条件下桃果实品质的变化。**方法** 以‘红花鹰嘴桃’为试验材料, 采用白色单层袋(T1)、黄色单层袋(T2)、外黄内黑双层袋(T3)、外黄内黑双层袋采前 7 d 解袋(T4)进行处理, 在成熟期测定果实外观色泽、煤污病的发病指数、果实可溶性糖(soluble sugar contents, SSC)含量等内在品质的变化。**结果** 桃果皮煤污病的发病指数 $T3 < T4 < T2 < T1 < \text{对照组}$ 。与对照组相比, T1、T2 处理果皮色泽红色因子 a^* ($a^* < 0$) 下降、色泽黄色因子 b^* 升高; T3、T4 处理色泽 a^* ($a^* > 0$)、色差综合指标(comprehensive color difference index, CCI)升高, 果皮着红色。T2、T3 处理果实维生素 C ($< 0.90 \text{ mg/g}$)、SSC ($< 84.00 \text{ mg/g}$)、可溶性固形物(soluble solids content, TSS, $< 11.30\%$)、固酸比(solid-acid ratio, AST, < 25)下降, 可滴定酸含量(titratable acid content, TAC, $0.45\% \sim 0.47\%$)升高; T1 处理这些指标的变化与 T2、T3 相反, 但 TAC 差异不显著。与 T3 处理相比, T4 处理果实 SSC (110.44 mg/g)、TSS (12.19%)含量升高, TAC (0.34%)含量下降, AST (35.40)提高 1.4 倍。基于主成分分析计算不同套袋处理桃果实品质综合得分: $T4 > \text{对照组} > T1 > T3 > T2$ 。**结论** 外黄内黑双层袋适宜作为‘红花鹰嘴桃’的套袋材料, 采前 7 d 摘袋有利于果实综合品质提升。

关键词: 桃; 果实品质; 主成分分析; 煤污病

Effects of different bagging treatments on *Prunus persica* fruit quality

YAN Shao-Bin, GUO Rui, ZHOU Ping, ZHOU Dan-Rong, JIN Guang*

(Fruit Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences/Fujian Research Centre for Engineering Technology of Deciduous Fruits, Fuzhou 350013, China)

ABSTRACT: Objective To study the impact of different bagging treatments on the *Prunus persica* fruit quality under different bagging conditions. **Methods** The red-flower Yingzui *Prunus persica* was selected as the experimental materials. Three different types of fruit bags were used to bag fruits, including white single-layer bag (T1), yellow single-layer bag (T2), yellow-and-black two-layer paper pouches (T3), and the T4 treatment with yellow-and-black two-layer paper pouches were removed 7 days before harvest. The chromatic aberration of pericarp as well as the disease index of sooty blotch and

基金项目: 福建省科技计划项目公益类科研院所专项(2021R10280011、2021R1028008、2022R1028009)、财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系资助项目(CARS-30)、福建省农业科学院科技创新团队建设(CXTD2021009-2)、福建省种质资源保护单位(福建省落叶果树种质资源圃)项目

Fund: Supported by the Major Public Welfare Projects in Fujian (2021R10280011, 2021R1028008, 2022R1028009), the Ministry of Finance and Ministry of Agriculture and Rural Affairs: National Modern Agricultural Industrial Technology System Funding (CARS-30), the Construction Program of Science and Technology Innovation Team of Fujian Academy of Agricultural Sciences (CXTD2021009-2), and the Germplasm Resources Protection Unit of the Fujian Provincial (Germplasm Resources Nursery of Fujian Deciduous Fruits)

***通信作者:** 金光, 副研究员, 主要研究方向为果树栽培研究。E-mail: jinguang0591@163.com

***Corresponding author:** JIN Guang, Associate Professor, Fruit Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350013, China, E-mail: jinguang0591@163.com

soluble sugar content (SSC) fruit intrinsic quality indexes were measured in the fruit maturity stages. **Results** The disease index of sooty blotch from small to large were T3<T4<T2<T1<control group. In comparison to no bagging, the red factor a^* value ($a^*<0$) of the pericarp color in T1 and T2 treatments were reduced, and the yellow factor b^* value that were increased. However, the red factor a^* value ($a^*>0$) and comprehensive color difference index (CCI) of the pericarp color in T3 and T4 treatments were increased then the skin turned red. Meanwhile, the content of vitamin C (<0.90 mg/g), SSC (<84.00 mg/g), soluble solids content (TSS) ($<11.30\%$) and solid-acid ratio (AST) (<25) in two treatments including T2 and T3 were reduced, but the content of titratable acid content (TAC) ($0.45\% \sim 0.47\%$) were increased. With the exception of the non-significant difference in TAC, the alterations observed in T1 treatment were in opposition to those observed in T2 and T3. Compared with T3 treatments, the content of SSC (110.44 mg/g), TSS (12.19%) were increased, the TAC (0.34%) content in T4 treatments were reduced, and the AST (35.40) were rose by 1.4 times. The comprehensive score of *Prunus persica* fruit quality under different bagging treatments were obtained by the principal component analysis methods. The results showed: The comprehensive score from high to low were T4>control group>T1>T3>T2. **Conclusion** The yellow-and-black two-layer paper pouches is suitable for bagging red-flower Yingzui *Prunus persica*, and it shall be removed 7 days before harvest to improving the fruit comprehensive quality.

KEY WORDS: *Prunus persica*; fruit quality; principal component analysis; sooty blotch

0 引言

桃[*Prunus persica*(L.) Batsch]是蔷薇科李属落叶小乔木,原产于中国西部^[1]。桃树喜光怕涝,对需冷量要求严格,树姿势较开张,有较强的适应性,在我国大部分地区可种植。全国种植的总面积及总产量均位列全球第一^[2]。至 2022 年,福建省桃种植总面积 184800 亩,总产量 177837 t,是重要的经济果树(福建统计年鉴)。套袋是在生产上一种重要的栽培技术,在枇杷^[3]、荔枝^[4]、石榴^[5]、芒果^[6]、葡萄^[7]、猕猴桃^[8]、梨^[9]、李^[10]等多种果树上广泛使用。不同类型果袋在桃生产上的应用也较多,其对不同品种桃果实品质的影响不尽相同^[11-12]。马瑞娟等^[13]研究表明黄色果袋会提高‘晚湖景’桃果实的色泽亮度因子 L^* ,降低色泽红色因子 a^* ;王娜^[14]研究表明外黄内黑双层袋能降低桃果皮色泽红色因子 a^* ,但白色单层袋对果皮色差值的影响不显著;张磊^[15]研究表明套袋可降低病虫果率和裂果率,进而提高果实外观品质。此外,套袋会改变果实发育的微环境,对果实内在品质产生影响^[16]。如白色、黄色单层袋降低了‘陇蜜 9 号’桃果实可溶性固形物(soluble solids content, TSS)含量^[17],外黄内黑单层袋使‘霞辉 8 号’桃果实 TSS、可溶性糖(soluble sugar content, SSC)含量显著低于不套袋,套袋不利于‘镇远 1 号’桃果实维生素 C(vitamin C, VC)含量累积^[18]等,都说明套袋可能会降低桃果实内在品质^[19]。而通过采前除袋能使桃果实品质在短时间内得到改善^[20-22]。

‘红花鹰嘴桃’花鲜红色,果肉滋味香甜、肉质硬脆、耐贮藏,是优良的花果两用桃。但其果皮底色浅绿色,果皮红色素少^[23]。果实生长发育过程中易感煤污病,果实表

面现黑色病斑,果实外观品质差,商品性受严重影响。前期田间调查试验发现,采用不同类型果袋的‘红花鹰嘴桃’,其果实表面煤污病发生程度不同,且目前关于不同种类果袋对‘红花鹰嘴桃’果实品质、煤污病发生等的影响研究较少。因此,本研究以‘红花鹰嘴桃’为试验材料,开展桃果实套袋试验,研究不同套袋对桃果实品质的影响,以期筛选出适合‘红花鹰嘴桃’生产上应用的果袋,从而提高‘红花鹰嘴桃’果实综合品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料为 7 年生花果两用‘红花鹰嘴桃’。试验地点为福建省宁德市古田县示范桃园。该园为山坡丘陵地,红黑壤土,常规栽培管理。在桃树盛花后 60 d 进行套袋处理,即白色单层袋(T1,白色蜡纸)、黄色单层袋(T2,黄色蜡纸)、外黄内黑双层袋(T3,外层黄色蜡纸,内层黑色塑料膜),3 种纸袋规格均为 180 mm×150 mm,购自河南兆顿实业有限公司,以不套袋作为对照处理(CK)。套袋方式为全株套袋。套袋前进行疏果,并喷施杀虫杀菌剂一次。采前 7 d 对外黄内黑双层袋进行解袋处理(T4)。每处理 2 株树,重复 3 次,共 30 株。果实八成熟(硬度 12.24 kg/cm²)时,同一株树在树冠外围按东、西、南、北 4 个方位随机采取果实 75 个,迅速带回实验室进行指标测定。

1.2 仪器与试剂

PAL-1 糖度计(日本 ATAGO 公司);CQCS3 色差计(深圳三恩驰科技有限公司);FA2004 电子分析天平(精度 0.0001 g,上海恒平科学仪器有限公司)。

果实可溶性蛋白(soluble protein contents, SPC)试剂盒(BCAP-1-W)、VC 试剂盒(ASA-1-W)、SSC 试剂盒(KT-1-Y)、可滴定酸(titratable acid contents, TAC)试剂盒(ZS-1-Y)(苏州科铭生物技术有限公司)。

1.3 方 法

1.3.1 果实外观品质的测定

(1)果皮煤污病发病指数

果实成熟时, 根据表 1 分级标准对‘红花鹰嘴桃’果皮煤污病发生情况进行统计得分。果皮表面黑色病斑面积越大, 果面越不干净, 得分越高。以病害级别占比评价该级别病害发生情况, 各病害级别占比计算见公式(1)。

表 1 病害级别
Table 1 Disease level

病害级别	病害特征	得分
0 级	果皮表面黑斑总面积<1%	0 分
1 级	20%>果皮表面黑色病斑面积≥1%	1 分
2 级	40%>果皮表面黑色病斑面积≥20%	2 分
3 级	60%>果皮表面黑色病斑面积≥40%	3 分
4 级	80%>果皮表面黑色病斑面积≥60%	4 分
5 级	果皮表面黑色病斑面积≥80%	5 分

病害级别占比/%= $\frac{\text{该病害级别的果实个数}}{\text{果实总个数}} \times 100\%$ (1)

以病害指数对不同套袋处理的煤污病发生情况进行综合评价, 病害指数越小, 该处理控制效果越好。其计算见公式(2)^[24]。

病害指数/%= $\frac{\sum \text{果实病害级数} \times \text{该病害级数的果实个数}}{5 \times \text{果实总个数}} \times 100\%$ (2)

(2)果皮色差测定

采用 CQCS3 色差仪测定桃果皮色泽 L^* (亮度值)、 a^* (红色因子)、 b^* (黄色因子)值。参考刘慧敏等^[25]方法计算色泽综合指标(comprehensive color difference index, CCI), 来综合评估果皮色泽, 其计算公式见(3)。每个果测定横径、侧径与纵径交叉的 4 个点, 每个处理测 10 个果, 计算平均值。

$CCI = \frac{1000 \times a^*}{L \times b^*}$ (3)

1.3.2 果实内在品质的测定

桃果实去果皮后, 每个处理取 10 个果实的果肉混匀后用液氮速冻, 于-80 ℃保存。植物 TSS 采用 ATAGO PAL-1 糖度计测定。桃果实 SPC、VC、SSC、TAC 含量采用苏州科铭生物技术有限公司试剂盒(BCAP-1-W、

ASA-1-W、KT-1-Y、ZS-1-Y)测定, 固酸比(solid-acid ratio, AST)即 TSS 与 TAC 含量的比值。

1.3.3 果实品质综合评价

果面黑色病斑面积越大, 煤污病的病害指数越高, 果皮外观品质越差。TAC 含量与桃果实的甜风味呈极显著负相关^[26], TAC 含量越高, 果肉甜风味越淡。这两个指标数值越大, 对果实品质产生的负面影响越大。因此, TAC、病害指数的数据用 1-平均值进行换算。采用 SPSS 22.0 软件对不同套袋处理桃果实品质指标(L^* 、 a^* 、 b^* 、CCI、SPC、VC、SSC、TSS、AST、1-可滴定酸、1-煤污指数)的平均值进行标准化处理和主成分分析, 获得果实品质指标标准化数据、主成分荷载矩阵系数、特征值、因子贡献率、入选因子的累积贡献率, 计算综合得分模型^[27], 用来综合评价不同套袋处理对桃果实品质的影响。

1.4 数据处理

采用 Excel 2007 软件对实验结果进行整理, 应用 SPSS 22.0 软件对煤污病的病害指数、果实色泽、果实品质数据进行方差分析、Duncan’s 新复极差分析及多重比较、相关性分析、主成分分析等统计分析。不同套袋处理组间的数据采用 t 检验分析差异显著性。

2 结果与分析

2.1 套袋对桃果实外观品质的影响

2.1.1 套袋对桃果皮煤污病的影响

‘红花鹰嘴桃’果实成熟采收后, 根据煤污病占比果皮面积的分级标准进行统计。结果显示, 每处理 129~150 个果, 每个果面或多或少有黑色病斑, 0 级统计数据为 0; 不同套袋处理果皮煤污病发生严重程度存在差异。与 CK 相比: T1 处理的 4 级煤污病的占比从 22.49% (CK)降至 10.50%, 但 1、3、5 级煤污病的占比略有升高, 高等级煤污病(3、4、5 级)占比果实总数的 44.87%; T2 处理的 4、5 级煤污病的占比明显降低($P<0.05$), 其中 5 级煤污病的占比从 9.58% (CK)降至 2.57%; 1、2、3 级煤污病的占比接近或升高, 高等级煤污病占比降为 34.45%。T3 处理 3、4、5 级煤污病的占比分别为 10.38%、3.77%、1.65%, 高等级煤污病占比从 49.66% (CK)降至 15.80%, 大大降低果皮煤污病的大面积发生, 果面黑色病斑减少, 果面较干净。T4 处理煤污病等级发生情况与 T3 处理较一致。经统计, 不同套袋处理的煤污病指数从小到大依次是 T3、T4、T2、T1、CK, 说明 T3 处理对果皮煤污病的防控效果最佳, 其次是 T4 处理。以上结果说明套袋处理在一定程度上能降低煤污病指数, 其中 T3、T4 处理效果最明显, 主要体现在大幅度降低高等级煤污病的占比, 使果皮表面更干净, 外观品质得到提升(表 2)。

表 2 套袋对果皮煤污病的影响
Table 2 Effects of bagging on sooty blotch in the pericarp

处理	煤污病等级占比/%					果实数量/个	病害指数/%
	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级		
CK	25.61±1.07 ^c	24.72±1.07 ^{ab}	17.59±0.46 ^b	22.49±0.44 ^a	9.58±0.28 ^b	149.67±14.05 ^a	53.14±0.10 ^a
T1	31.03±0.92 ^d	24.11±0.91 ^b	21.48±0.58 ^a	10.50±0.51 ^b	12.89±0.28 ^a	139.67±12.50 ^a	50.03±0.19 ^b
T2	39.59±0.15 ^c	25.96±0.53 ^a	20.57±0.67 ^a	11.31±0.31 ^b	2.57±0.75 ^c	129.67±21.00 ^a	42.23±0.35 ^c
T3	62.26±0.46 ^a	21.93±0.81 ^c	10.38±0.91 ^c	3.77±0.18 ^c	1.65±0.28 ^c	141.33±11.06 ^a	32.12±0.05 ^c
T4	58.5±0.38 ^a	25.62±0.30 ^{ab}	9.52±0.16 ^c	4.54±0.14 ^c	1.81±0.27 ^c	147.00±12.12 ^a	33.10±0.23 ^d

注：不同字母表示同一品种不同套袋处理在 0.05 水平差异显著；下同。

2.1.2 套袋对桃果皮色差的影响

套袋不仅能减轻桃果皮煤污病斑，对果皮色泽也会产生影响。采用 CQCS3 色差计测定‘红花鹰嘴桃’果皮色差。结果显示，套袋处理桃果皮色泽 L^* 、 a^* 、 b^* 、CCI 均发生改变(表 3)。与 CK 相比：T1、T2 处理的色泽 L^* 和 b^* 提高、色泽 a^* 下降, CCI 变化不明显。2 个处理的色泽 L^* 、 b^* 在组间不存在显著性差异($P>0.05$)，色泽 a^* 虽存在差异，但果皮均不着红色($a^*<0$)，整体呈绿色(CCI<0)。T3、T4 处理果皮色泽与 T1、T2 处理明显不同，即色泽 a^* 升高但色泽 b^* 下降。值得注意的是，所有处理中 T3 处理色泽 L^* 最大，说明 T3 处理果皮的光洁度最高，与该处理条件下果皮煤污病病害指数最小的结果相一致；T4 处理的色泽 a^* 、CCI 最高，果皮整体呈红色，与直观观察结果较为一致(图 1)。这些结果说明不用套袋处理对桃果皮色泽有不同程度的提升。其中，T3 处理可以提亮果皮色泽，T4 处理则能促进果皮呈红色，改善果实外观品质。

2.2 套袋对桃果实内在品质的影响

外观品质是消费者购买的第一感官指标，上述结果表明套袋可改善桃果实外观品质，尤其是 T3、T4 处理对外观品质的提升效果更为明显。进一步测定不同套袋处理的桃果实内在品质指标。结果显示，不同套袋处理对桃果实内在品质的影响存在差异(图 2)。

表 3 套袋对果皮色差的影响
Table 3 Effects of bagging on colour difference in the pericarp

处理	色差值			
	L^*	a^*	b^*	CCI
CK	60.49±1.59 ^c	-1.13±0.86 ^c	29.35±0.85 ^b	-0.64±0.18 ^b
T1	70.65±1.40 ^b	-8.27±0.53 ^e	32.32±0.45 ^a	-3.58±0.07 ^b
T2	69.78±2.93 ^b	-5.07±1.00 ^d	32.75±0.90 ^a	-2.22±0.23 ^b
T3	77.52±1.02 ^a	3.02±1.82 ^b	25.43±0.87 ^c	1.55±0.62 ^b
T4	55.43±2.62 ^d	17.65±2.98 ^a	19.99±2.07 ^d	16.55±5.95 ^a

注： L^* 代表亮度值，值越大果皮越光亮； a^* 代表红色饱和度， $a^*<0$ 代表绿色， $a^*>0$ 代表红色，正值越大颜色越红； b^* 代表黄色饱和度， $b^*<0$ 代表蓝色， $b^*>0$ 代表黄色，正值越大颜色越黄；CCI 是果实色泽的综合表现，CCI>0 表示红色，CCI<0 表示蓝绿色，CCI=0 为红色、黄色、蓝绿色的混合色。

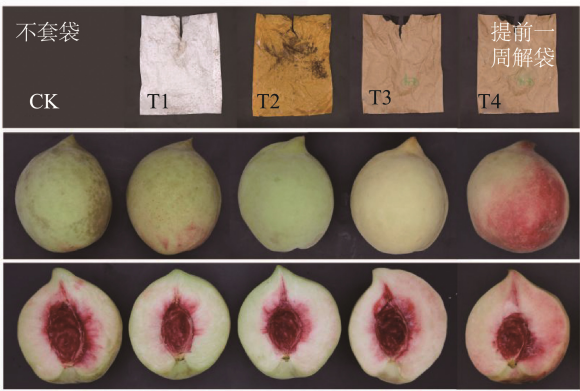


图 1 套袋对果皮色泽的影响
Fig.1 Effects of bagging on colour in the pericarp

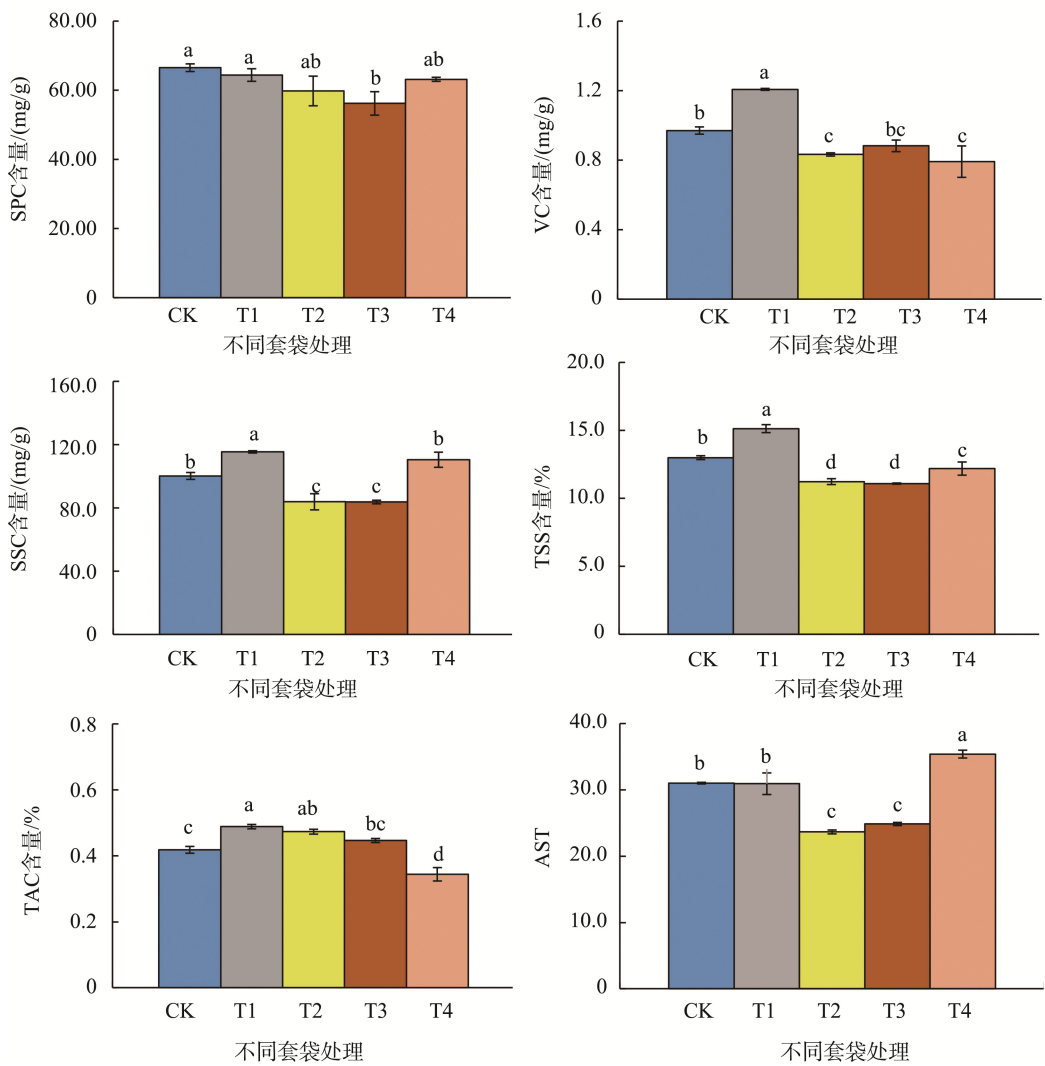
其中，与 CK 相比，T1 处理果实 VC (1.21 mg/g)、SSC (115.43 mg/g)、TSS (15.13%)、TAC (0.49%) 含量高($P<0.05$)，AST、SPC 含量保持稳定，果实内在品质略有提升。T2 和 T3 处理果实内在品质相近。T3 处理果实 SPC (56.18 mg/g)、VC (0.88 mg/g)、SSC (83.71 mg/g)和 TSS (11.09%)含量比 CK 低，TAC 含量差异不显著($P<0.05$)，进而果实的 AST (24.86)下降，果实内在品质下降。

T4 与 T3 处理均采用外黄内黑双层袋进行套袋，不同的是 T4 处理在采前 7 d 进行摘袋。与 T3 处理相比，T4 处理果实 SPC 和 VC 含量变化不显著($P>0.05$)。但 SSC (110.44 mg/g)和 TSS (12.19%)含量明显升高，TAC (0.34%)含量显著下降($P<0.05$)，故而果实 AST (35.40)显著升高。与 CK 组相比，T4 处理果实 SPC、SSC 含量差异不显著，TSS 和 TAC 含量虽均低于 CK 组，但 AST 显著高于 CK 组 (31.01) ($P<0.05$)。AST 作为桃果实品质评价的核心指标，其值越高口感越甜^[28]。以上结果均说明采前 7 d 摘袋(T4)可以改善 T3 处理对果实内在品质的不利影响。

2.3 综合评价

桃果实品质指标多个且各个指标的单位、量程不同，无法直接进行对比分析。故采用 SPSS 22.0 软件对不同套袋处理桃果实的 11 个品质指标进行标准化处理和主成分分析。结果显示，桃果实 11 份品质指标主成分的特征值共

有 2 个主成分特征值大于 1, 其方差贡献率分别为 50.893%、39.605%, 累计贡献率达 90.498%(表 4), 说明这 2 个主成分能反映原始变量的绝大部分信息。因此, 选取前 2 个主成分代替原来的 11 个指标来评价桃果实品质。



注: 不同字母表示同一品种不同套袋处理在 0.05 水平差异显著, $P<0.05$ 。

图 2 套袋对果实内在品质的影响

Fig.2 Effects of bagging on the internal fruit quality

表 4 主成分方差分析
Table 4 Analysis of variance for principal component analysis

组件	初始特征值			提取平方和载入		
	总计	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%	总计	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
1	5.598	50.893	50.893	5.598	50.893	50.893
2	4.357	39.605	90.498	4.357	39.605	90.498
3	0.931	8.467	98.964			
4	0.114	1.036	100.000			
5	5.682E-16	5.165E-15	100.000			
6	5.085E-16	4.622E-15	100.000			
7	3.605E-16	3.277E-15	100.000			
8	1.591E-16	1.447E-15	100.000			
9	-1.131E-16	-1.028E-15	100.000			
10	-2.840E-16	-2.582E-15	100.000			
11	-5.327E-16	-4.842E-15	100.000			

通过主成分荷载矩阵分析可知, L^* 、 a^* 、 b^* 、CCI、VC 和 TAC 等 6 个指标在 PC1 上载荷较高, 说明第 1 主成分主要反映了这 6 个指标的信息。其中 L^* 、 b^* 和 VC 荷载为负值, 对主成分 1 产生负向影响。此外, 病情指数、SPC、SSC、TSS 和 AST 在 PC2 上有较高荷载(表 5)。

表 5 主成分荷载矩阵
Table 5 Loading coefficients of principal component

指标	PC1	PC2
L^* (X_1)	-0.666	-0.593
a^* (X_2)	0.993	-0.051
b^* (X_3)	-0.947	0.072
CCI (X_4)	0.985	0.065
病情指数(X_5)	0.634	-0.651
SPC (X_6)	0.010	0.938
VC (X_7)	-0.664	0.628
SSC (X_8)	0.190	0.923
TSS (X_9)	-0.370	0.879
TAC (X_{10})	0.971	0.165
AST (X_{11})	0.585	0.802

主成分荷载矩阵是反映品质指标对主成分负荷相对大小和作用的方向, 即该品质指标对主成分的影响程度, 但不能直接得出主成分的表达式。根据主成分的特征向量和标准化后的数据得到 2 个主成分得分函数表达式 F_1 和 F_2 , 并构建综合得分数学模型 F , 如公式(4)~(6):

$$F_1 = -0.281X_1 + 0.420X_2 - 0.400X_3 + 0.416X_4 + 0.268X_5 + 0.004X_6 - 0.281X_7 + 0.080X_8 - 0.156X_9 + 0.410X_{10} + 0.247X_{11} \quad (4)$$

$$F_2 = -0.284X_1 - 0.024X_2 + 0.034X_3 + 0.031X_4 - 0.312X_5 + 0.449X_6 + 0.301X_7 + 0.442X_8 + 0.421X_9 + 0.079X_{10} + 0.384X_{11} \quad (5)$$

$$F = 0.563F_1 + 0.438F_2 \quad (6)$$

根据综合得分模型计算不同套袋处理桃果实品质综合得分。结果显示, 综合得分排名由大到小依次为 T4、CK、T1、T3、T2(表 6)。综合得分越高, 该处理条件下果实综合品质越好, 说明 T4 处理桃果实品质最佳。

表 6 不同套袋处理‘红花鹰嘴桃’桃果实品质综合评价得分
Table 6 Comprehensive evaluation score of red-flower ‘Yingzui’ peach by different bagging treatment

处理	F_1	F_2	F	排名
CK	-0.35630	1.45183	0.43530	2
T1	-2.28568	2.15200	-0.34426	3
T2	-1.26321	-1.77135	-1.48704	5
T3	-0.02465	-2.62932	-1.16552	4
T4	3.92985	0.79684	2.56152	1

3 讨 论

本研究比较了不同套袋处理对‘红花鹰嘴桃’果实品质

的影响。结果表明, 套袋降低桃果皮煤污病的病害指数, 果面光洁度得到改善, 尤其是外黄内黑双层袋处理效果更明显。这与李桂祥等^[29]研究相一致。这是由于套袋为桃果实提供了一个相对稳定的生长环境, 避免果实受外界不良环境影响, 有效防止病虫害对果实的侵害, 使果实外观品质得到改善^[30-31]。此外, 套袋后果实表皮细胞增大, 排列相对紧密, 结构发生改变, 改善果皮光洁度, 从而提高了果实外观品质^[32]。而罗卢弟等^[33]研究持不同观点, 认为套袋会增加火龙果果实煤烟病的发生率。这可能是试验处理所用纸袋透气性较差, 又逢高温高湿天气, 致使果实表面更易滋生病菌。这说明不同品种、不同果袋对果实病虫害的防治效果不同。

本研究不同套袋处理对‘红花鹰嘴桃’果实品质的影响存在差异。除白色单层袋处理对桃果实内在品质的提升有积极作用外, 黄色单层袋和外黄内黑双层袋处理对桃果实内在品质会产生不良影响。这是因为白色单层袋的透光率最高, 黄色单层袋的透光率及对光谱的吸收值仅为对照组的 50%, 外黄内黑双层袋的透光率几乎为 0^[34-35]。而光是植物进行光合作用的能源, 光照强度、光质会对植物的光合作用效率和光合产物的积累、分配与转化产生影响。且不同颜色果袋中白袋内的温度最高^[36], 导致白色单层袋对桃果实内在品质产生良好作用。这与柏自琴等^[37]研究结果大致相同。张斌斌等^[38]研究也表明, 黄色单层袋处理桃果实综合品质不佳。这说明不同果袋会改变袋内果实微环境, 影响了果实的光合能力和物质代谢, 导致不同品种、不同处理果实的内在品质发生不同程度变化^[39-40]。

值得注意的是, 本研究预试验发现外黄内黑双层袋处理对果皮煤污病的大面积发生有一定缓解效果。前人研究表明套袋会降低果实内在品质, 但可以通过采前摘袋缓解果实品质下降^[41-43]。因此, 本研究在开展 3 个不同纸袋处理时, 增加采前 7 d 摘袋处理。本研究结果表明, 采前 7 d 对外黄内黑双层袋进行摘袋处理, 果实成熟时其果皮色泽 a^* 、CCI 升高, 果实外观品质得到提升; 与此同时, 果实 SSC、TSS 含量及 AST 值也明显上升, 果实内在品质得到明显改善。这与王莉等^[44]研究结果一致。一方面可能是由于外黄内黑双层袋透光率低, 促进果皮颜色趋向黄色发展。摘袋后, 光照促进花青苷(苹果)在 6 d 内快速积累, 导致果实在解袋之后迅速着红色^[45], 果实外观品质得到大幅度提升。另一方面, 套袋会遮挡叶片影响或限制光合作用, 减少转运至果实的光合产物量。通过采前摘袋, 果实在短时间内获得充足光照, 从而影响果实物质含量积累^[46]。

桃果实品质评价指标众多, 各指标量程、单位不同, 且各指标之间既独立又相互关联, 难以进行标准化评价。通过主成分分析方法降维处理, 将原始数据压缩为少数几个独立的主成分, 简化指标因子, 使果实品质的评价更合理有效^[47]。该方法已在多种果树上广泛应用^[48-51], 证明该

方法的科学性。因此, 本研究采用主成分综合得分模型评价不同套袋处理对桃果实品质的影响具有可行性。综合评价结果表明, 采前 7 d 摘除外黄内黑双层袋果实综合品质最佳。‘红花鹰嘴桃’适应性广、丰产、稳产、品质稳定、耐贮运, 是一个优良栽培品种, 适合大面积推广种植。通过采前 7 d 摘除外黄内黑双层袋配套技术, 该结果可为‘红花鹰嘴桃’在生产上防控煤污病、提质增效提供一定的理论依据和技术支撑, 也可为不同树种煤污病的防控提供一定的参考依据。该方法操作简单, 成效明显, 具有一定的推广应用前景。此外, 本研究对中外晚熟桃果实煤污病发病规律及病原菌尚未明确, 有待进一步深入研究, 为更好地防控桃果实煤污病提供更为科学的依据。

4 结 论

本研究检测了‘红花鹰嘴桃’果皮煤污病病害指数、果皮色泽、果实 SPC、VC、SSC、TSS、TAC 量及 AST 等, 研究不用套袋处理‘红花鹰嘴桃’成熟期果皮煤污病、果实外观色泽及营养品质变化规律。综合运用相关性分析、主成分分析、综合得分模型筛选出采前 7 d 摘除外黄内黑双层袋处理桃果实综合品质最高。

参考文献

- [1] 俞明亮. 中国桃新品种选育研究进展[J]. 落叶果树, 2024, 56(3): 1-5.
YU ML. Progress of peach breeding in China [J]. Decid Fruits, 2024, 56(3): 1-5.
- [2] 张红欢, 杨兴旺, 冀晓昊, 等. 树形对促早栽培桃冠层结构、光合特性及果实品质的影响[J]. 果树学报, 2024, 41(3): 470-480.
ZHANG HH, YANG XW, JI XH, *et al.* Effects of tree shape on canopy structure, photosynthetic characteristics and fruit quality of early cultivated nectarine [J]. J Fruit Sci, 2024, 41(3): 470-480.
- [3] 李学斌, 王林云, 项秋, 等. 白沙枇杷栽培的九项提质增效技术[J]. 中国南方果树, 2024, 53(4): 111-114.
LI XB, WANG LY, XIANG Q, *et al.* Nine techniques for improving the quality and efficiency of white flesh loquat cultivation loquat cultivation [J]. South China Fruits, 2024, 53(4): 111-114.
- [4] BARMAN D, CHOUDHURY S, CHAMUAH S. Research on the effect of pre-harvest bagging on lychee yield and quality [J]. J Res Sci Eng, 2024, 6(6): 38-41.
- [5] WANG Y, HU Y, REN H, *et al.* Integrated transcriptomic, metabolomic, and functional analyses unravel the mechanism of bagging delaying fruit cracking of pomegranate (*Punica granatum* L.) [J]. Food Chem, 2024, 451: 139384.
- [6] LAJINA BM, MARUF A, ATIKUR RM, *et al.* Pre-harvest bagging and ambient storage influenced fruit quality and post-harvest physiology of mango (cv. Gopalbhog) [J]. Plant Physiol Rep, 2023, 28(4): 607-619.
- [7] GUIRAO A, VALVERDE JM, MULA HMD, *et al.* Role of pre-harvest sorbitol-calcium treatments in controlling berry drop in bagged table grapes of the ‘Doña María’ variety [J]. Horticulturae, 2024, 10(7): 698-698.
- [8] YU M, XIONG J, DONG K, *et al.* AcMYB10 involved in anthocyanin regulation of ‘Hongyang’ kiwifruit induced via fruit bagging and high-postharvest-temperature treatments [J]. Genes, 2024, 15: 97.
- [9] GUAN Y, QIN X, WEI C, *et al.* Influence of bagging on fruit quality, incidence of peel browning spots, and lignin content of ‘Huangguan’ pears [J]. Plants, 2024, 13: 516.
- [10] 杨钰, 闫松涛, 付鸿博, 等. 套袋遮光对欧李果实糖、酸和类黄酮含量的影响[J]. 西北植物学报, 2024, 44(8): 1201-1207.
YANG Y, YAN ST, FU HB, *et al.* Effects of bagging and shading on the content of sugar, acid and flavonoids in fruit of *Cerasus humilis* [J]. Acta Bot Boreal-Occid Sin, 2024, 44(8): 1201-1207.
- [11] 李杰, 王雨, 李永红, 等. 套袋对日光温室桃果实品质及香气组分的影响[J]. 中国农业大学学报, 2024, 29(10): 108-119.
LI J, WANG Y, LI YH, *et al.* Effect of bagging on fruit quality and aroma components of peach fruit in solar greenhouse [J]. J China Agric Univ, 2024, 29(10): 108-119.
- [12] SU ZW, YAN J, ZHANG BB, *et al.* Effects of paper pouches of different light transmittance on the phenolic synthesis and related gene expression in peach fruit [Z]. 2024.
- [13] 马瑞娟, 张斌斌, 蔡志翔, 等. 不同类型黄色果袋对‘晚湖景’桃果实品质的影响[J]. 西南农业学报, 2013, 26(6): 2466-2470.
MA RJ, ZHANG BB, CAI ZX, *et al.* Effect of different yellow bags on fruit quality of ‘Wanhujing’ peach cultivar [J]. Southwest China J Agric Sci, 2013, 26(6): 2466-2470.
- [14] 王娜. 套袋桃袋内微环境差异与果实品质形成的关系研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2020.
WANG N. Relationship between microenvironment difference and fruit quality formation in bagged peach [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2020.
- [15] 张磊. 不同果袋对不同成熟期桃果实品质的影响[D]. 秦皇岛: 河北科技师范学院, 2019.
ZHANG L. Effects of different fruit bags on fruit quality of peach varieties at different maturity [D]. Qinhuangdao: Hebei Normal University of Science & Technology, 2019.
- [16] 刘鑫, 张晓煜, 孟君仁, 等. 套袋对油桃果皮叶绿素降解及相关基因表达的影响[J]. 果树学报, 2024, 41(8): 1513-1523.
LIU X, ZHANG XY, MENG JR, *et al.* The effect of bagging on chlorophyll degradation and related gene expression in peach peel [J]. J Fruit Sci, 2024, 41(8): 1513-1523.
- [17] 牛茹莹, 赵秀梅, 王晨冰, 等. 不同套袋处理对陇蜜 9 号桃果实品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2020(11): 25-29.
NIU RX, ZHAO XM, WANG CB, *et al.* Effects of different bagging treatments on peach fruit quality of Longmi 9 [J]. Gansu Agric Sci Technol, 2020(11): 25-29.
- [18] 王小红, 宋雷, 陈红, 等. 套袋及地表覆膜对镇远桃果实品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(16): 116-118.
WANG XH, SONG L, CHEN H, *et al.* Effects of bagging and surface covering on fruit quality of peach in Zhenyuan County, Guizhou Province [J]. Jiangsu Agric Sci, 2018, 46(16): 116-118.
- [19] 王立成. 不同果袋对桃果实品质的影响[J]. 河北果树, 2020(3): 5, 8.
WANG LC. Effect of different fruit bags on peach fruit quality [J]. Hebei Fruits, 2020(3): 5, 8.

- [20] ZHOU J, ZHONG G, LIN Z, *et al.* The effects of bagging on fresh fruit quality of *Canarium album* [J]. *J Food Agric Environ*, 2012, 10(1): 505–508.
- [21] SUN JJ. Effects of bagging and bag removal at different times on quality of applepear [J]. *ACS Agric Sci Technol*, 2016, 17(8): 1799–1801.
- [22] ALVINDI A, ACD A. The antagonistic effect and mechanisms of *Bacillus amyloliquefaciens* DGA14 against anthracnose in mango cv. ‘Carabao’ [J]. *Biocontrol Sci Technol*, 2015, 25(5): 560–572.
- [23] 颜少宾, 郭瑞, 周平, 等. ‘红花鹰嘴桃’果实糖酸组分含量及相关性分析[J]. *东南园艺*, 2020, 8(4): 32–35.
YAN SB, GUO R, ZHOU P, *et al.* Composition and content of sugar and acid and correlation analysis of in the fruit of red-flower ‘Yingzui’ peach [J]. *Southeast Hortic*, 2020, 8(4): 32–35.
- [24] 蒋璇靓, 姜雪, 陈洪彬, 等. 采后褪黑素处理对余甘子果实品质和耐贮性的影响[J]. *热带作物学报*, 2022, 43(6): 1259–1266.
JIANG XL, JIANG X, CHEN HB, *et al.* Effects of postharvest melatonin treatment on fruit quality and storability of *Phyllanthus emblica* fruit [J]. *Chin J Trop Crop*, 2022, 43(6): 1259–1266.
- [25] 刘慧敏, 于会丽, 邵微, 等. 山梨醇和甘露醇与氮磷钾配施对桃生长、果实品质及养分吸收的影响[J]. *果树学报*, 2021, 38(6): 911–921.
LIU HM, YU HL, SHAO W, *et al.* Effects of sorbitol and mannitol combined with NPK on the growth, fruit quality and nutrient absorption of peach [J]. *J Fruit Sci*, 2021, 38(6): 911–921.
- [26] 沈志军, 马瑞娟, 俞明亮, 等. 桃果实发育过程中主要糖及有机酸含量的变化分析[J]. *华北农学报*, 2007(6): 130–134.
SHEN ZJ, MA RJ, YU ML, *et al.* Regularity analysis of main sugar and acid in fruit development of peach [J]. *Acta Agric Boreali-Sin*, 2007(6): 130–134.
- [27] 汤雨晴, 朱方红, 胡钟东, 等. 不同套袋时间对金兰柚果实品质的影响[J]. *安徽农业科学*, 2023, 51(7): 36–40.
TANG YQ, ZHU FH, HU ZD, *et al.* Effects of different bagging time on fruit quality of Jinlan pomelo [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2023, 51(7): 36–40.
- [28] 张彦山, 肖正璐, 顾群英, 等. 宁县黄甘桃果实品质综合评价[J]. *果树学报*, 2024, 41(1): 65–75.
ZHANG YS, XIAO ZL, GU QY, *et al.* Comprehensive evaluation of the fruit quality of yellow-flesh peaches in Ningxian [J]. *J Fruit Sci*, 2024, 41(1): 65–75.
- [29] 李桂祥, 马瑞娟, 张斌斌, 等. 套袋对霞晖 6 号桃果实发育过程中果皮色素含量和色差的影响[J]. *江苏农业学报*, 2012, 28(6): 1418–1423.
LI GX, MA RJ, ZHANG BB, *et al.* Effect of bagging on peel pigment content and fruit chromatism of peach cultivar Xiahui 6 [J]. *Jiangsu J Agric Sci*, 2012, 28(6): 1418–1423.
- [30] 魏志峰, 李秋利, 高登涛, 等. 果实套袋对果实品质影响研究进展[J]. *江苏农业科学*, 2018, 46(24): 36–41.
WEI ZF, LI QL, GAO DT, *et al.* Effects of bagging on fruit quality: A review [J]. *Jiangsu Agric Sci*, 2018, 46(24): 36–41.
- [31] LIMA ADJB, ALVARENGA AA, MALTA MR, *et al.* Chemical evaluation and effect of bagging new peach varieties introduced in southern Minas Gerais-Brazil [J]. *Food Sci Technol (Campinas)*, 2013, 33(3): 434–440.
- [32] WANG Y, ZHANG X, WANG R, *et al.* Differential gene expression analysis of ‘Chili’ (*Pyrus bretschneideri*) fruit pericarp with two types of bagging treatments [J]. *Hortic Res*, 2017, 4: 17005.
- [33] 罗卢弟, 武志江, 梁桂东, 等. 不同枝果比和套袋对火龙果产量和品质的影响[J]. *中国热带农业*, 2024(2): 61–69.
- LUO LD, WU ZH, LIANG GD, *et al.* Effects of different branch-to-fruit ratios and bagging on the yield and quality of pitaya [J]. *China Trop Agric*, 2024(2): 61–69.
- [34] 颜少宾, 张好艳, 马瑞娟, 等. 不同透光率纸袋对红肉桃果肉色泽及类胡萝卜素组分的影响[J]. *福建农业学报*, 2020, 35(10): 1086–1092.
YAN SB, ZHANG YY, MA RJ, *et al.* Effects of paper pouches of different light-transmittance on fruit color and carotenoids composition of bagged red-flesh peaches [J]. *Fujian Agric Sci*, 2020, 35(10): 1086–1092.
- [35] 颜少宾, 周平, 张好艳, 等. 光质对红肉桃果肉色泽、类胡萝卜素组分含量的影响[J]. *江苏农业科学*, 2021, 49(20): 143–147.
YAN SB, ZHOU P, ZHANG YY, *et al.* Impacts of light quality on color and carotenoids content of red peach [J]. *Jiangsu Agric Sci*, 2021, 49(20): 143–147.
- [36] 王文, 张柯楠, 方莫靡, 等. 果袋颜色对‘赤霞珠’葡萄果皮花色苷积累的影响[J]. *园艺学报*, 2023, 50(8): 1723–1738.
WANG W, ZHANG KN, FANG MF, *et al.* Effects of different color bags on anthocyanin accumulation in ‘cabernet sauvignon’ grape skin [J]. *Acta Hortic Sin*, 2023, 50(8): 1723–1738.
- [37] 柏自琴, 赵晓珍, 李兴忠, 等. 不同材质套袋处理对火龙果果实品质的影响[J]. *中国南方果树*, 2023, 52(6): 131–134, 140.
BAI ZQ, ZHAO XZ, LI XZ, *et al.* Effect of bagging with different materials on fruit quality of *Pitaya* [J]. *South China Fruits*, 2023, 52(6): 131–134, 140.
- [38] 张斌斌, 蔡志翔, 马瑞娟, 等. 套袋对晚熟桃霞晖 8 号果实品质的影响[J]. *江西农业学报*, 2014, 26(12): 46–49.
ZHANG BB, CAI ZX, MA RJ, *et al.* Effect of bagging on fruit quality of late-ripening peach cultivar Xiahui 8 [J]. *Acta Agric Jiangxi*, 2014, 26(12): 46–49.
- [39] 姚立萍, 范晓玥, 陈斌, 等. 不同套袋处理对‘珍珠’番石榴果实生长发育及品质的影响[J]. *中国果业信息*, 2024, 41(6): 85–87.
YAO LP, FAN XY, CHEN B, *et al.* Effects of different bagging treatments on growth, development and quality of ‘pearl’ *Guava* fruit [J]. *China Fruit News*, 2024, 41(6): 85–87.
- [40] 林炎娟, 周丹蓉, 方智振, 等. 基于 UPLC-MS/MS 和 GC-IMS 技术分析采前套袋与未套袋油棕果实品质差异[J]. *食品科学*, 2023, 44(8): 247–256.
LIN YJ, ZHOU DR, FANG ZZ, *et al.* Comparative analysis of the effect of pre-harvest bagging and non-bagging treatment on fruit quality of ‘Younai’ plum by UPLC-MS/MS and GC-IMS [J]. *Food Sci*, 2023, 44(8): 247–256.
- [41] 王璐伟, 陈利娜, 李好先, 等. 不同类型果袋对天使红石榴果实品质的影响[J]. *果树学报*, 2024, 41(1): 113–121.
WANG LW, CHEN LN, LI HX, *et al.* Effects of different types of fruit bags on fruit quality in Tianshihong [J]. *J Fruit Sci*, 2024, 41(1): 113–121.
- [42] 柳小兰, 安巧, 魏福晓, 等. 套袋与不套袋对‘红露’苹果果实品质的影响[J]. *北方园艺*, 2023(21): 23–29.
LIU XL, AN Q, WEI FX, *et al.* Effects of bagging and non bagging on fruit quality of ‘Honglu’ apple [J]. *Northern Hortic*, 2023(21): 23–29.
- [43] 管增辉, 王朝, 张朋朋, 等. 不同摘袋时间对“秦脆”果实品质的影响研究[J]. *陕西农业科学*, 2024, 70(2): 28–32.
GUAN ZH, WANG C, ZHANG PP, *et al.* Effects of different debagging times on fruit quality of ‘Qincui’ apples [J]. *Shaanxi J Agric Sci*, 2024,

- 70(2): 28–32.
- [44] 王莉, 陆鸿英, 庞钰洁, 等. 不同套袋处理对庚村阳桃果实品质的影响[J]. 浙江农业科学, 2023, 64(7): 1740–1744.
- WANG L, LU HY, PANG YJ, *et al.* Effect of different bagging treatments on fruit quality in Gengcunyangtao [J]. J Zhejiang Agric Sci, 2023, 64(7): 1740–1744.
- [45] 迟馨, 王心悦, 刘学卿, 等. 不同色相‘富士’苹果解袋后着色相关因子变化[J]. 分子植物育种, 2021, 19(5): 1649–1656.
- CHI X, WANG XY, LIU XQ, *et al.* The variation of color-associated factors of ‘Fuji’ apple with different color patterns after bag removal [J]. Mol Plant Breed, 2021, 19(5): 1649–1656.
- [46] HIEKE S, MENZEL CM, LUDDERS P. Effects of leaf, shoot and fruit development on photosynthesis of lychee trees (*Litchi chinensis*) [J]. Tree Physiol, 2002(13): 22.
- [47] 叶彦辉, 王秀, 柳羽, 等. 林芝市引进梨品种果实品质的综合分析与评价模型构建[J]. 果树学报, 2024, 41(10): 2117–2129.
- YE YH, WANG X, LIU Y, *et al.* Comprehensive analysis and evaluation model construction of fruit quality for introduced pear varieties in Nyingchi City [J]. J Fruit Sci, 2024, 41(10): 2117–2129.
- [48] 朱启轩, 李晓颖, 武军凯, 等. 枇杷 F-1 代果实性状遗传倾向分析及综合品质评价[J]. 园艺学报, 2024, 51(6): 1201–1215.
- ZHU QX, LI XY, WU JK, *et al.* Genetic tendency analysis and comprehensive evaluation of the fruit traits in loquat F1 generation [J]. Acta Horti Sin, 2024, 51(6): 1201–1215.
- [49] 彭杨, 马晓燕, 冯天乐, 等. 基于株高、产量、品质联合分析筛选砂糖橘优良砧木[J]. 果树学报, 2024, 41(6): 1078–1093.
- PENG Y, MA XY, FENG TL, *et al.* Selection of excellent rootstocks for Shatang mandarin based on combined analysis of plant height, yield, and quality [J]. J Fruit Sci, 2024, 41(6): 1078–1093.
- [50] 周丹蓉, 林炎娟, 方智振, 等. 芙蓉李果实成熟期间的综合品质评价指标筛选与表观预测模型构建[J]. 食品安全质量检测学报, 2024, 15(12): 210–219.
- ZHOU DR, LIN YJ, FANG ZZ, *et al.* Selection of the comprehensive quality evaluation indexes and modeling of appearance prediction during Furongli plum ripening [J]. J Food Saf Qual, 2024, 15(12): 210–219.
- [51] 丁长伟, 张伟, 赵丹, 等. 不同产地库尔勒香梨生育期果实品质变化规律及综合评价[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(18): 6032–6041.
- DING CW, ZHANG W, ZHAO D, *et al.* Variation law and comprehensive evaluation of fruit quality of Korla fragrant pear from different production areas during growth period [J]. J Food Saf Qual, 2022, 13(18): 6032–6041.

(责任编辑: 韩晓红 蔡世佳)

作者简介



颜少宾, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为落叶果树栽培及果实品质研究。
E-mail: ysb2010_good@163.com



金光, 副研究员, 主要研究方向为果树栽培研究。
E-mail: jinguang0591@163.com